

# NGHIÊN CỨU CÔNG DẪN DÒNG HỢP LÝ CHO THỦY ĐIỆN SÔNG BUNG 4

TS. Nguyễn Hữu Huế, KS. Vũ Thương Huyền  
Đại học Thủy lợi

Công trình thủy điện sông Bung 4 là công trình lớn, thi công nhiều năm, biện pháp dẫn dòng phức tạp: xả qua cống và tràn xây dờ. Lưu lượng xả qua cống dẫn dòng về mùa lũ gần  $2.500 \text{ m}^3/\text{s}$ . Do đó việc nghiên cứu thí nghiệm mô hình thủy lực chọn kết cấu cống dẫn dòng hợp lý là cần thiết.

Bài viết nêu tóm tắt kết quả nghiên cứu thực nghiệm, chọn kết cấu cống dẫn dòng cho thủy điện sông Bung 4- Quảng Nam.

## I. MỞ ĐẦU

Sông Bung là một nhánh của sông Vu Gia, nằm trong tỉnh Quảng Nam thuộc miền Trung Việt Nam. Diện tích lưu vực tính đến tuyến đập Sông Bung 4 là  $1477 \text{ km}^2$ , chiều dài dòng sông chính khoảng  $106.6 \text{ km}$ . Vị trí của tuyến công trình nằm trên địa bàn xã Tà Bính và xã ZuôiH và một phần thuộc địa bàn xã Chà Vải thuộc huyện Nam Giang tỉnh Quảng Nam, cách thành phố Đà Nẵng khoảng  $75 \text{ km}$  về hướng Tây Nam.

### 1. Các chỉ tiêu thiết kế chủ yếu

- Cấp công trình: Cấp I
- Tần suất lưu lượng lũ thiết kế:  $P=0.10\%$
- Tần suất lưu lượng lũ kiểm tra:  $P=0.02\%$
- Công suất lắp máy:  $156.0 \text{ MW}$

### 2. Các thông số kỹ thuật của dự án

TT	Thông số	Đơn vị	Trị số
<b>I</b>	<b>Hồ chứa</b>		
1	Mức nước dâng bình thường (MNDBT)	m	222.50
2	Mức nước kiểm tra ( $P=0.02\%$ )	m	228.11
3	Mức nước thiết kế ( $P=0.1\%$ )	m	225.82
4	Mức nước chết (MNC)	m	195.00
5	Dung tích toàn bộ $V_h$	$10^6 \text{ m}^3$	493.30
6	Dung tích chết $V_c$	$10^6 \text{ m}^3$	172.60
7	Dung tích hữu ích $V_{hi}$	$10^6 \text{ m}^3$	320.70
<b>II</b>	<b>Đập ngăn sông</b>		
<i>A</i>	<i>Đập bê tông không tràn nước</i>		
1	Kết cấu đập ngăn sông		Đập BTĐL đầm lán toàn mặt cắt
2	Cao trình đỉnh đập	m	229.00
3	Chiều cao đập lớn nhất	m	112.00
4	Chiều rộng đỉnh đập	m	10.00
<i>B</i>	<i>Đập bê tông tràn nước</i>		
	<i>Tràn xả mặt</i>		
1	Hình thức mặt cắt đập tràn		Tràn thực dụng

TT	Thông số	Đơn vị	Trị số
2	Số cửa xả mặt	Cửa	6
3	Kích thước cửa (BxH)	m	12.0x16.0
4	Cao trình ngưỡng tràn	m	210.50
5	Chiều rộng tràn nước	m	72.00
6	Chiều rộng tràn kể cả trụ pin	m	87.00
7	Lưu lượng xả		
8	$Q_{xả}(0.02\%)$	$m^3/s$	10798
9	$Q_{xả}(0.1\%)$	$m^3/s$	8602

### 3. Nhiệm vụ của công trình dẫn dòng thủy điện sông Bung 4

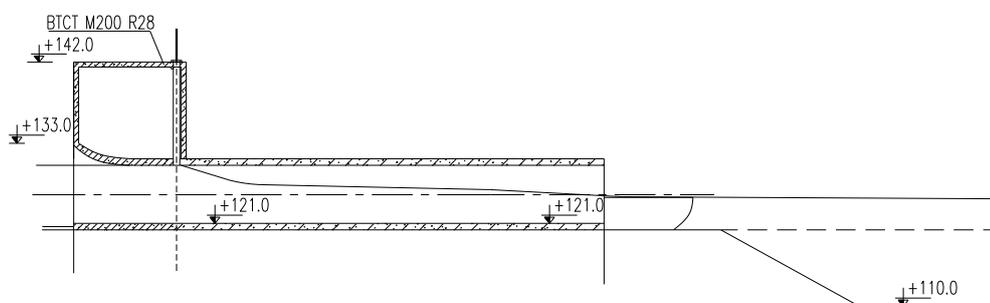
Theo tiến độ thi công thì công trình thủy điện sông Bung 4 thực hiện 4 năm. Các thông số dẫn dòng thi công như bảng dưới đây:

**Bảng 1. Các thông số dẫn dòng thi công**

Thông số	Năm thứ nhất		Năm thứ hai		Năm thứ ba		Năm thứ tư	
	Kiệt	Lũ	Kiệt	Lũ	Kiệt	Lũ	Kiệt	Lũ
Mùa								
Dẫn dòng	Lòng sông co hẹp	Lòng sông tự nhiên công dẫn dòng	Cổng dẫn dòng	Tràn XD B=92m; $\nabla 132 +$ công DD	Cổng DD	Cổng DD	Cổng DD	Đập tràn
Tần suất tính toán %	10	10	20	5	5	5	5	5
Lưu lượng xả tổng			558	5450.2	1200	5704.0	1200	5704.0
Lưu lượng xả công			558	787.4	1200	2395.5	1200	
Lưu lượng xả tràn				4662.8				
MNTL				146.0	143.7	186.42	143.7	
Đê quai dọc								
Đê quai TL	125		132					
MNHL			126.60	139.2	129.5			139.60
Đê quai HL	125		127					

### 4. Kết cấu theo thiết kế ban đầu- PA 1 (Hình 1)

Theo thiết kế ban đầu công trình dẫn dòng gồm 2 công hình chữ nhật có kích thước 2 x (5 x 9) m, hố xối sau công sâu 10m.



**Hình 1. Cắt dọc công PA1**

## II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 1. Mô hình hóa

Để nghiên cứu tình hình thủy lực khi xả lũ qua tràn, đã xây dựng mô hình lòng cứng, chính thái với tỉ lệ 1/80. Theo tiêu chuẩn tương tự về trọng lực (Froude), phạm vi mô hình 14x22m<sup>2</sup>.

Các vật liệu được chọn phải đảm bảo được tương tự về nhám trên các bề mặt kết cấu công trình tiếp xúc với nước. Trong xây dựng mô hình, chúng tôi chia ra 2 loại nhám chính để chọn vật liệu:

- Đối với mặt bê tông rất nhẵn, chất lượng thi công cao như mặt đập tràn, cửa van, cống... thì mô hình dùng kính hữu cơ và tôn phun sơn nhẵn có  $n_m \approx 0,007 \div 0,009$ .
- Đối với kênh đào trong đá, lòng sông trong tự nhiên... vật liệu trong mô hình  $n_m \approx 0,014 \div 0,017$ , dùng vữa trát xi măng cát mịn được đánh bóng hay để bình thường tùy từng vị trí.

## 2. Kết quả thí nghiệm phương án thiết kế ban đầu (PA1)

Thí nghiệm dẫn dòng thi công thủy điện sông Bung 4 gồm nhiều nội dung, chúng tôi chỉ nêu những vấn đề chính tới diễn biến thủy lực của công dẫn dòng.

### a. Về khả năng tháo

Trên mô hình để phân định được các chế độ chảy qua công dẫn dòng đã tiến hành thí nghiệm với 10 cấp lưu lượng, được ghi trong bảng 2 và hình 2.

**Bảng 2. Chế độ chảy và khả năng xả**

TT	Q xả (m <sup>3</sup> /s)	Zhồ (m)	Zhạ (m)	$\Delta Z$ (m)	D.tích thoát nước $\omega$ (m <sup>2</sup> )	$\mu$	Ghi chú
1	180.0	126.78	123.60				Chảy hờ
2	268.5	128.30					Chảy hờ
3	510.0	131.3					Chuyển sang bán áp
4	558.0	132.02	126.29		90.0		Bán áp
5	787.4	134.62	127.43	9.12	90.0	0.654	Có áp
6	1000	138.02	128.43	12.52	90.0	0.709	Có áp
7	1200	141.25	129.50	15.75	90.0	0.758	Có áp
8	1400	146.07	129.80	20.57	90.0	0.774	Có áp
9	1600	151.46	130.45	25.96	90.0	0.787	Có áp
10	2395.5	180.20	132.68	54.70	90	0.812	Có áp

Trong bảng:  $\Delta Z = (Z_{\text{hồ}} - \nabla \text{tim cống}) = (Z_{\text{hồ}} - \nabla 125.5\text{m})$

Qua bảng kết quả trên dạng chảy qua công được phân làm 3 vùng:

Vùng 1:  $Q \leq 370\text{m}^3/\text{s}$  thuộc dạng chảy hờ

Vùng 2:  $Q \approx 400 \div 600\text{m}^3/\text{s}$  thuộc dạng chảy bán áp

Vùng 3:  $Q > 600\text{m}^3/\text{s}$  thuộc dạng chảy có áp

### b. Về vận tốc dòng chảy

Vận tốc dòng chảy xác định qua mô hình ở một số vị trí với lưu lượng xả từ 500-2500m<sup>3</sup>/s, như sau:

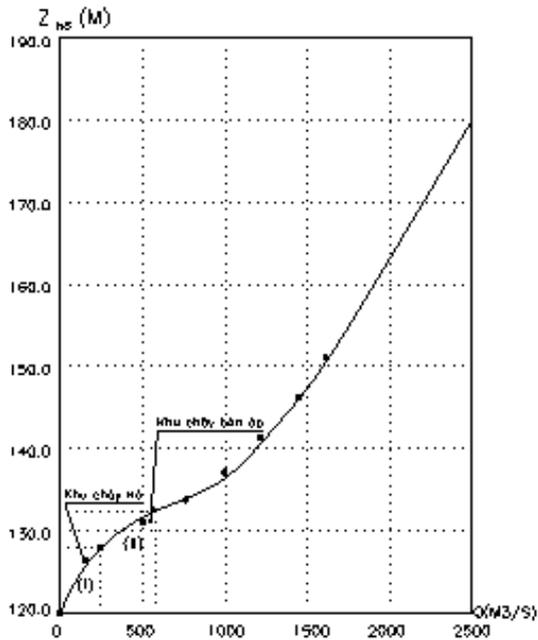
- Cửa vào cống: 3,50- 5,30 m/s

- Cửa ra cống: 8,10- 9,60 m/s

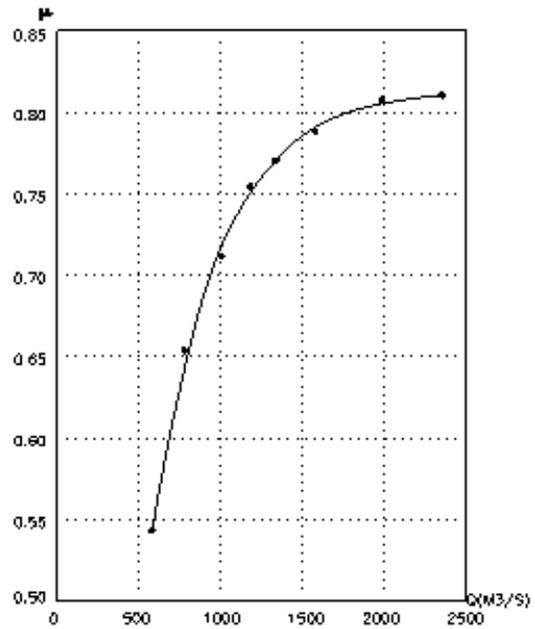
Cuối hồ tiêu năng: 4,0- 5,2 m/s

Như vậy với địa chất là sa thạch, phong hóa... thì sẽ bị xói ở sau công dẫn dòng.

-



Hình 2a. Quan hệ thực nghiệm  $Q \sim Z_{h\grave{o}}$  - Dẫn dòng qua cống PA1



Hình 2a. Quan hệ thực nghiệm  $Q \sim f(m)$  - Dẫn dòng qua cống PA1

c. Áp suất trung bình trong cống

Đường cong trần cửa vào có dạng elip:  $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$  là:  $\frac{x^2}{7,55^2} + \frac{y^2}{3,0^2} = 1$

Kết quả đo áp suất với mọi cấp lưu lượng thì ở trần cống và thân cống đều không có áp suất âm.

d. Tình hình thủy lực ở cống dẫn dòng

Khi xả lưu lượng nhỏ hơn  $780\text{m}^3/\text{s}$  (chảy có áp) thì ở phía trước cống có phễu khí với đường kính từ 1,2- 2,0m. Sóng vượt đỉnh đê quay dọc ngăn cách đê quay thượng và kênh dẫn dòng.

Hạ lưu cống xuất hiện dòng xiết với vận tốc lớn, đồng thời tạo ra dòng quần và sóng khá lớn, vận tốc dòng quần tới  $5,2\text{m/s}$ , dòng chảy sau cống xiên sang.

Qua thí nghiệm phương án thiết kế ban đầu (PA1) cho thấy: Kết cấu cống dẫn dòng đã chọn tương đối phù hợp đảm bảo khả năng tháo, không có áp suất âm ở trần và thân cống. Tuy nhiên do dòng chảy hạ lưu vẫn có vận tốc lớn, hạ lưu sẽ bị xói, thượng lưu có sóng cao hơn đỉnh đê quay dọc ( $\nabla 132,0\text{m}$ ) do đó cần phải sửa đổi một số kết cấu để bảo đảm công trình làm việc an toàn.

**3. Kết quả thí nghiệm phương án sửa đổi (PA2)- xem hình 3**

**Nội dung sửa đổi:**

+ Đê chủ lưu của dòng chảy tháo qua cống chuyển hướng theo trục động lực của lòng sông, đã kéo dài đuôi 2 ống cống thêm gần 20m và tìm cống bệ ngoặt sang bên phải một góc  $18^\circ$ .

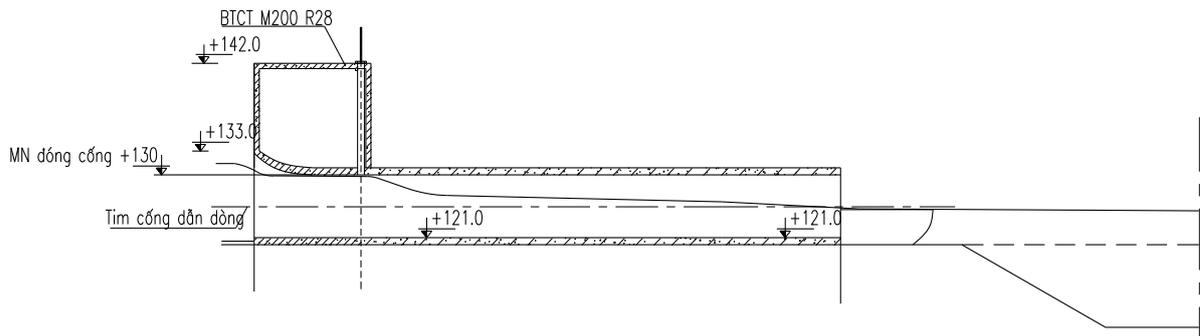
+ Tường dọc thượng lưu cửa vào cống toàn bộ nâng lên đến cao trình  $\nabla 132,0\text{m}$  ngăn cách đê quay thượng và kênh dẫn vào cống.

+ Sau đuôi cống một đoạn bằng tạo mái nổi với đáy hồ xói ở cao trình  $\nabla 110,0\text{m}$  (đoạn bằng dài 16,4m, mái từ cao trình  $\nabla 120,0\text{m}$  xuống  $\nabla 110,0\text{m}$  dài 25,16m)

+ Mở rộng phần đáy hồ xói về phía bên phải khi xả lũ dẫn dòng thi công (phần lõi đá giữa

hồ xói dịch sang bên trái so với phương án ban đầu).

Dưới đây nêu kết quả thí nghiệm phương án sửa đổi



**Hình 3. Cắt dọc cống dẫn dòng PA2**

**a. Về khả năng tháo**

Để đánh giá khả năng xả của cống dẫn dòng sau khi sửa đổi, trên mô hình đã thực hiện thí nghiệm với 10 chế độ lưu lượng. Kết quả thí nghiệm ghi trong bảng 3

**Bảng 3 Xác định khả năng xả qua cống (PA2)**

TT	Q <sub>cống</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Z <sub>Hồ</sub> (m)	Z <sub>Hạ</sub> (m)	Chênh lệch ΔZ (m)	Hệ số lưu lượng qua cống μ	Ghi chú
1	2395.8	179.10	132.68	53.60	0.821	Chảy có áp tự do
2	2000.0	163.68	131.63	38.18	0.812	Chảy có áp tự do
3	1600.0	150.76	130.45	25.26	0.799	Chảy có áp tự do
4	1400.0	145.36	129.80	19.86	0.788	Chảy có áp tự do
5	1200.0	141.28	129.50	15.68	0.758	Chảy có áp tự do
6	1000.0	138.09	128.34	12.59	0.707	Chảy có áp tự do
7	787.4	134.66	127.43	9.16	0.653	Chảy bán áp
8	558.0	132.10	126.29	6.60		Chảy bán áp
9	300.0	129.68	124.66	-	-	Chảy hờ
10	180.0	127.70	123.60	-	-	Chảy hờ

Kết quả thí nghiệm trên mô hình cho thấy khi xả nước qua cống dẫn dòng, cống làm việc qua 3 chế độ chảy:

- Vùng 1 chảy hờ  $Q \leq 400 \text{ m}^3/\text{s}$
- Vùng 2 chảy bán áp  $Q \approx 400- 600 \text{ m}^3/\text{s}$
- Vùng 3 chảy có áp  $Q \approx 600- 2395 \text{ m}^3/\text{s}$

**b. Về vận tốc dòng chảy**

Vận tốc dòng chảy ở một số vị trí với lưu lượng xả từ 500-2500 m<sup>3</sup>/s như sau:

- Cửa vào cống: 3,50- 5,30 m/s
- Cửa ra cống: 8,20- 9,50 m/s
- Cuối hồ tiêu năng: 3,80- 5,00 m/s

Như vậy dù đã cải tiến một phần hồ xói, nhưng vận tốc dòng chảy cuối hồ tiêu năng vẫn lớn, cần chú ý kết cấu bảo vệ.

**c. Áp suất trung bình trong cống**

Do không thay đổi kết cấu cống nên cũng như ở PA1 ở trên và thân cống đều không có áp suất âm.

#### *d. Tình hình thủy lực trong cống dẫn dòng*

Thượng lưu cống vẫn xuất hiện phễu khí với đường kính 1,20-2,00 mm, do đó cần có biện pháp khử phễu khí.

Hạ lưu cống: Sau khi kéo dài cống thêm 20m, lái sang bên phải với góc  $18^\circ$ , dòng chảy đã chảy theo tuyến dọc sông, dòng chảy qua hồ xói vẫn có vận tốc lớn tới khoảng 5m/s.

### **III. KẾT LUẬN**

Qua thí nghiệm 2 phương án cho cống dẫn dòng thủy điện sông Bung 4, có thể rút ra: cả 2 phương án đều chú ý giải quyết tiêu năng sau cống; vì tỷ lưu khá lớn khoảng  $250\text{m}^3/\text{s.m}$ , do đó dù đã đào hồ xói nhưng vận tốc sau hồ xói vẫn lớn hơn khoảng 5m/s. Vì vậy, cần chú ý gia cố bảo vệ. Lưu lượng lũ thi công của thủy điện sông Bung 4 khoảng  $5700\text{m}^3/\text{s}$ , nên phải xả qua cả đập tràn xây dở, chúng tôi sẽ nêu vào dịp khác.

#### **Tài liệu tham khảo**

[1] Trần Quốc Thương (2005), Thí nghiệm mô hình thủy lực công trình, NXB Xây Dựng – Hà Nội.

[2] Trần Quốc Thương (2005), Thí nghiệm dẫn dòng thi công thủy điện Sê san 4.

[3] Trần Quốc Thương (2006), Thí nghiệm dẫn dòng thi công công trình thủy điện Khe Bô.

[4] Trần Quốc Thương (2007), Thí nghiệm dẫn dòng thi công thủy điện sông Bung 4.

[5] Viện Năng lượng (2009), Thí nghiệm mô hình thủy lực tràn xả lũ và dẫn dòng thi công công trình thủy điện Đăkdrinh.

#### **Summary:**

### **RESULTS RESEARCH DETERMINE THE APPROPRIATE DRAINS TO BUNG 4 RIVER HYDROPOWER**

*The Bung 4 river dam is large hydroelectric, construction for years , complex diversion measures: discharged through the drain and overflow. Discharge flow through drains in the flood season is  $2.500\text{ m}^3/\text{s}$ . Therefore, it is necessary to conduct hydraulic physical model test for selecting type of structure of the appropriate drains.*

*The paper is to present summary experimental research for selecting type of structure of the appropriate drains to Bung 4 river hydropower.*